

➤ AMÉLIORATION DE LA STRUCTURE D'UN MODÈLE HYDROLOGIQUE POUR PRÉVOIR LA RÉACTION DES BASSINS VERSANTS SOUMIS À DE FORTES INTENSITÉS DE PLUIE

Paul C. Astagneau^{1,2,3,4}, **François Bourgin**¹, Vazken Andréassian¹
et Charles Perrin¹

¹*Université Paris-Saclay, INRAE, HYCAR Research Unit, Antony, Franc*

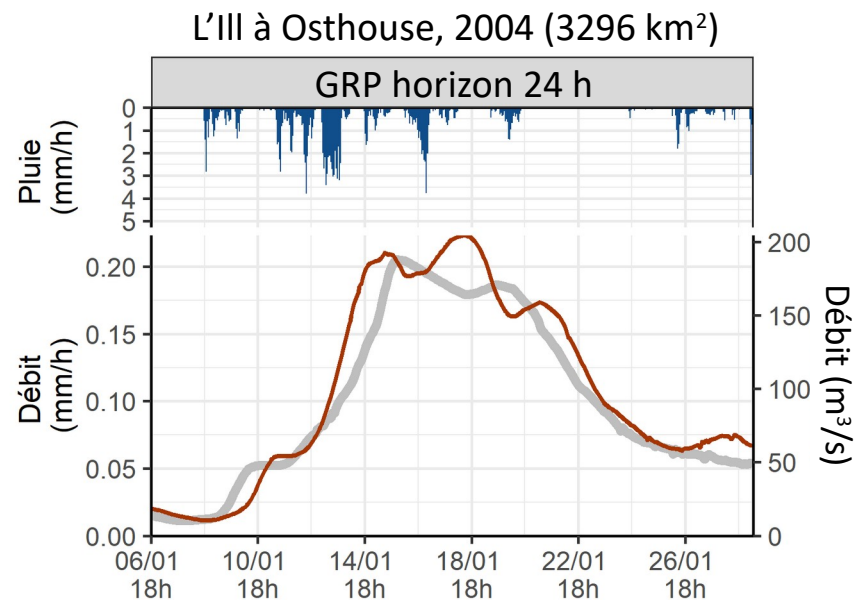
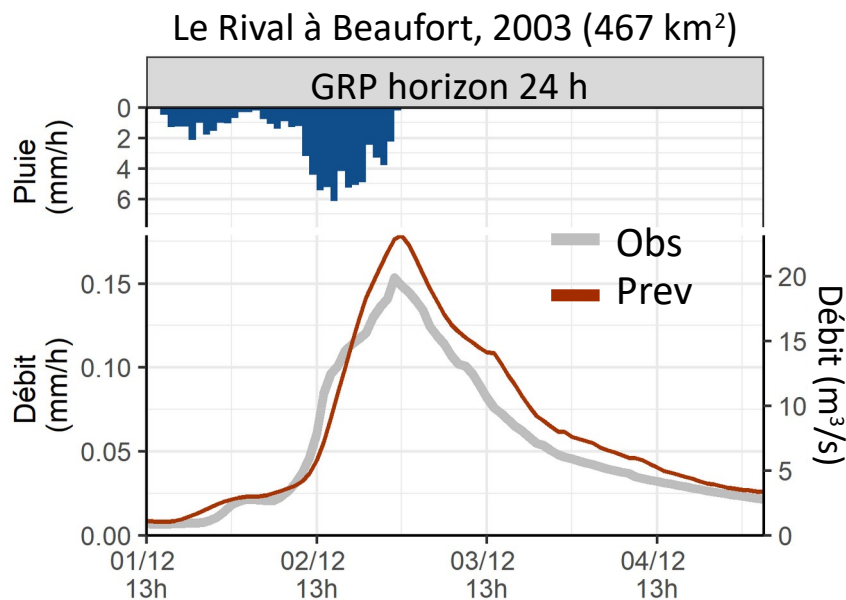
²*Now at: WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF, Davos Dorf, Switzerland*

³*Now at: Institute for Atmospheric and Climate Science, ETH Zurich, Zurich, Switzerland*

⁴*Now at: Climate Change, Extremes and Natural Hazards in Alpine Regions Research Center CERC, Davos Dorf, Switzerland*

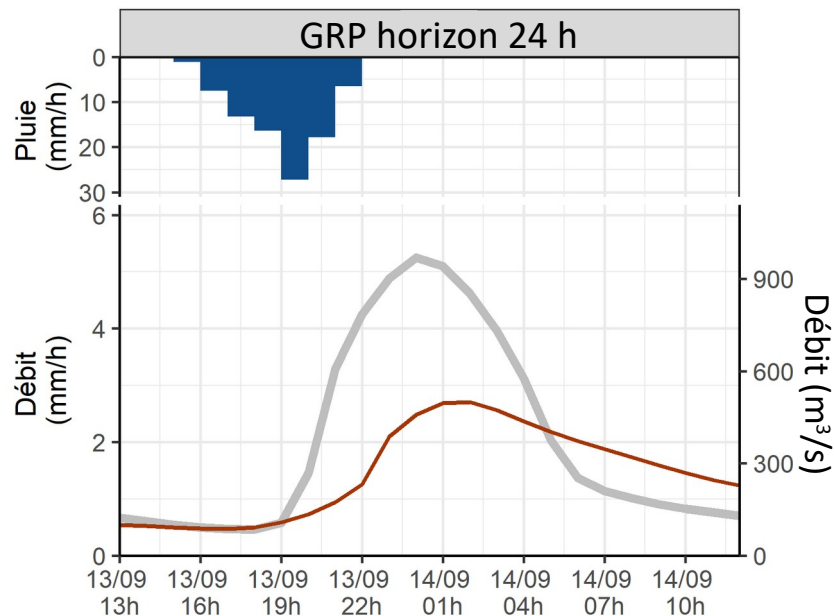
➤ Préviation opérationnelle en France

- Le modèle **GRP** est un des modèles utilisés par les SPC pour générer des prévisions
 - Modèle pluie-débit empirique et parcimonieux
 - Découle de nombreux travaux de recherche depuis plus de 20 ans
- GRP est performant sur de nombreux bassins versants

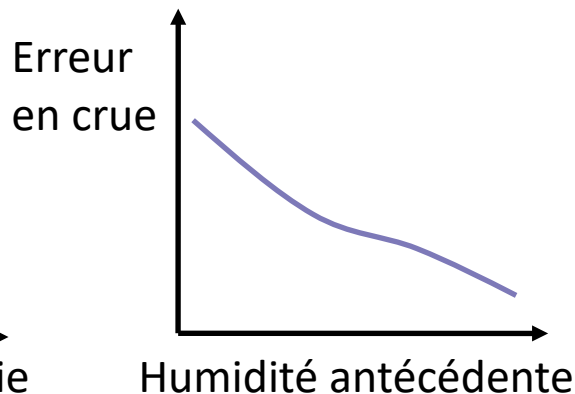
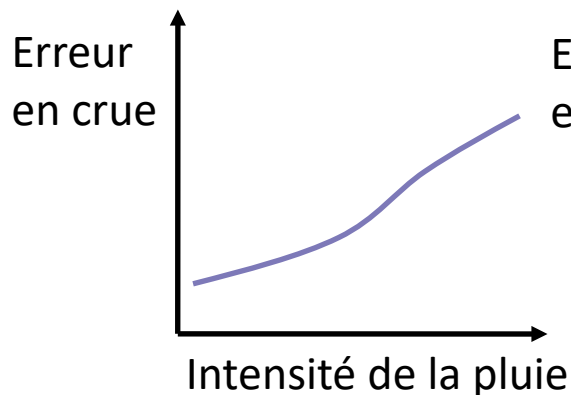


➤ Limites du modèle

La Cèze à Tharaux, 2015 (664 km²)

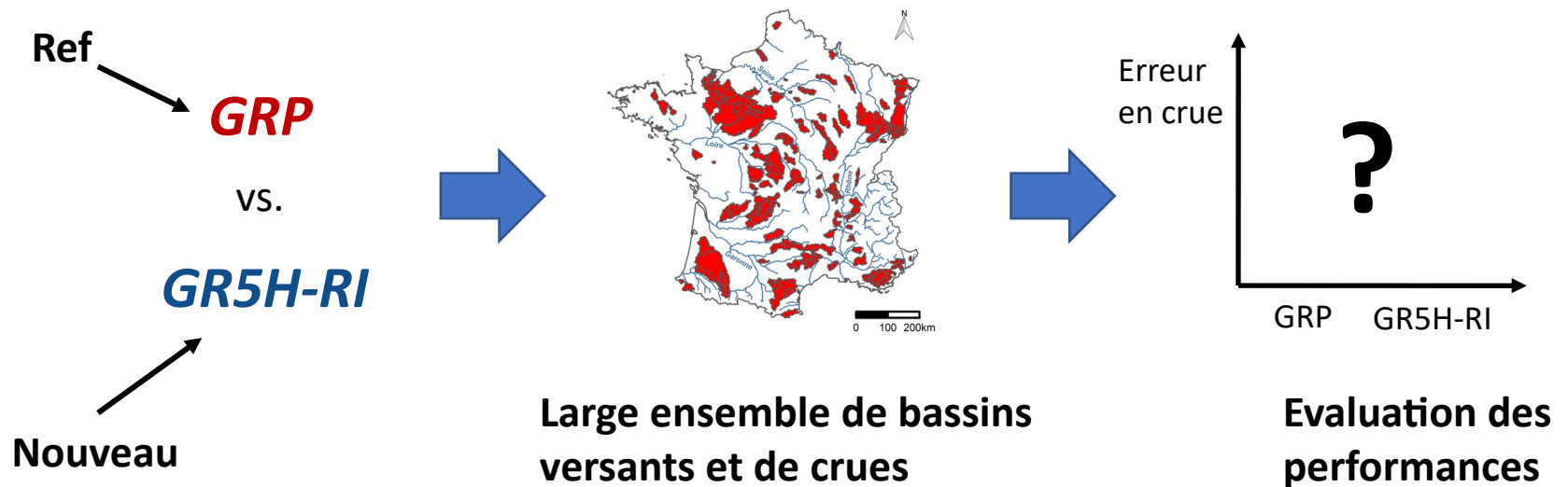


- Retours d'expérience des SPC
 - Sous-estimation occasionnelle des volumes et pics de crue
 - Retard à la montée
 - Difficultés lors de fortes pluies



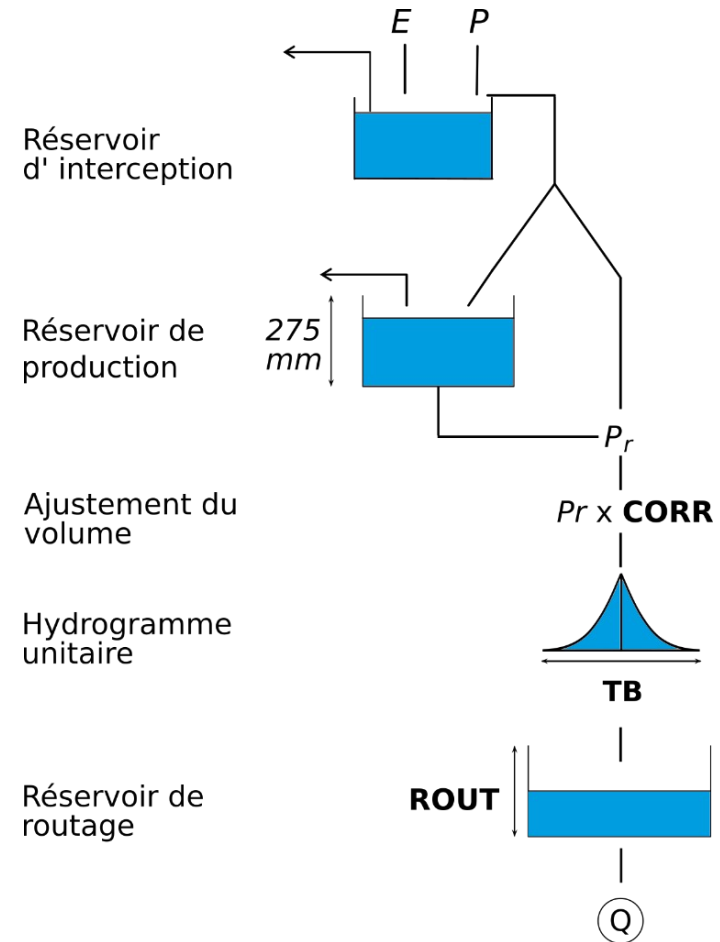
➤ Objectifs

L'amélioration de la structure d'un modèle hydrologique conduit-elle à une amélioration de la qualité des prévisions déterministes, en particulier lors de réactions rapides des bassins versants à de fortes intensités de pluie ?



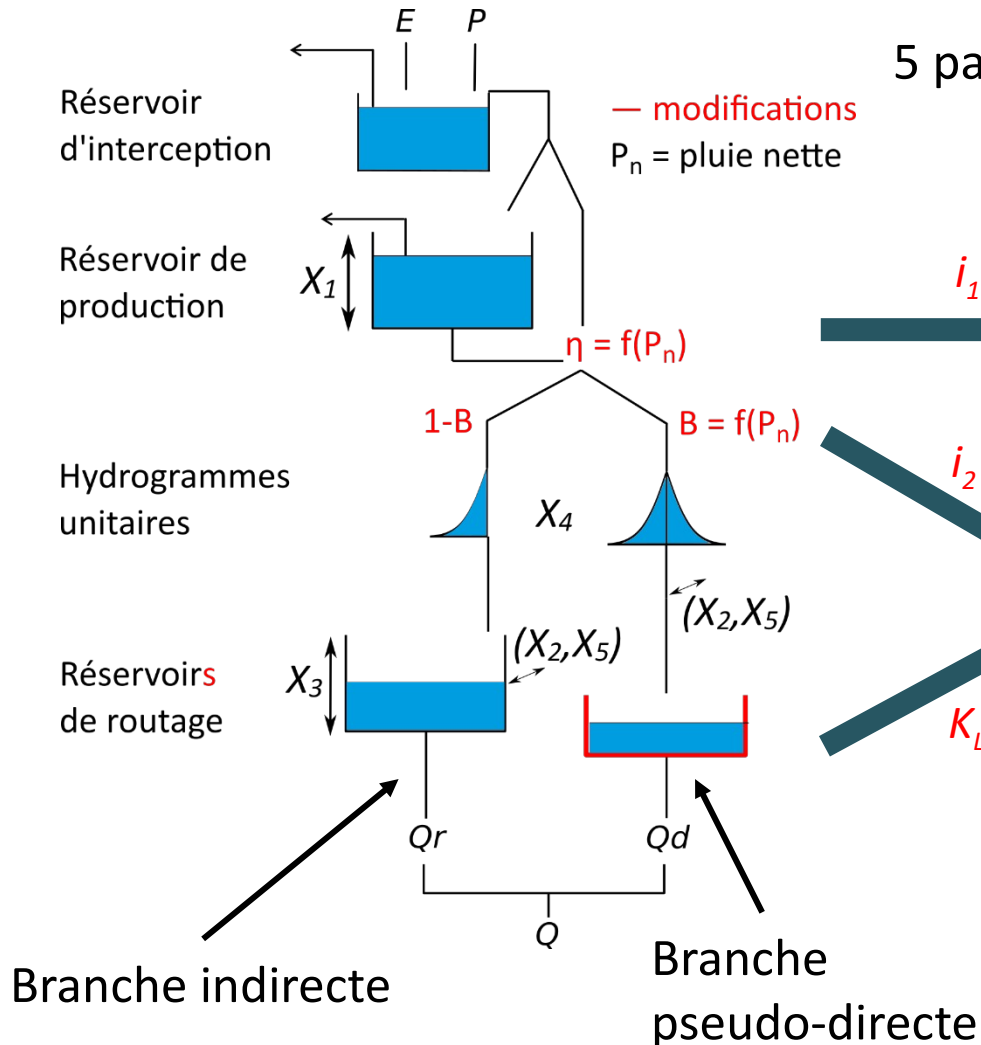
➤ Modèle de référence GRP

- Version actuelle utilisée par les services opérationnels en France
- Modèle global
- **3 paramètres libres**
- **Mise à jour du niveau du réservoir de routage** à partir du dernier débit observé
- **Une seule branche** d'écoulement



➤ Modèle développé dans nos travaux

Modifié à partir du modèle GR5H



5 paramètres libres + i_1 , i_2 et K_L

MAJ des 2 réservoirs de routage

Hypothèse de volume

Modification du rendement de la pluie nette (η)

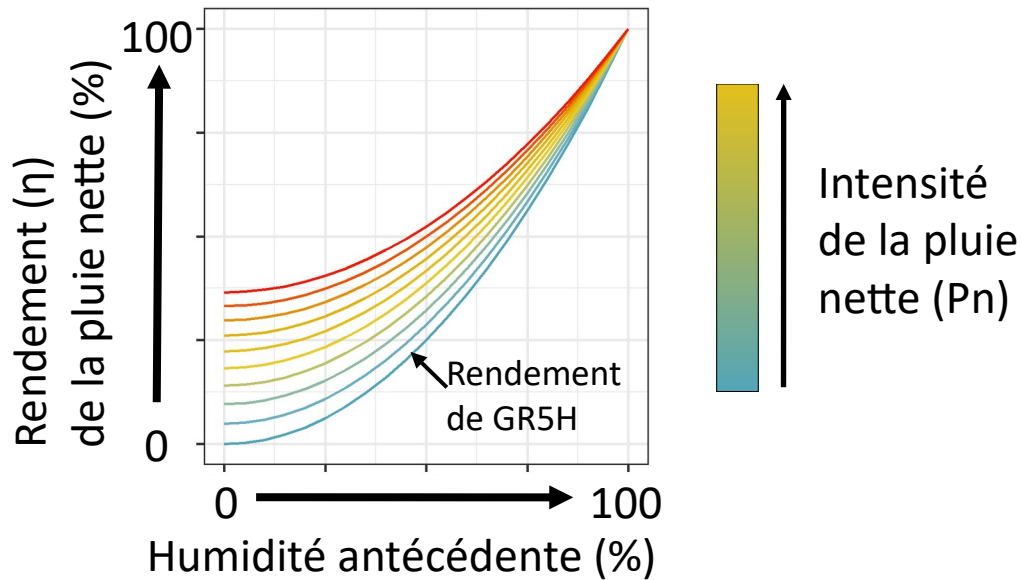
Hypothèse de répartition temporelle

Modification du coefficient de partage des écoulements (B)

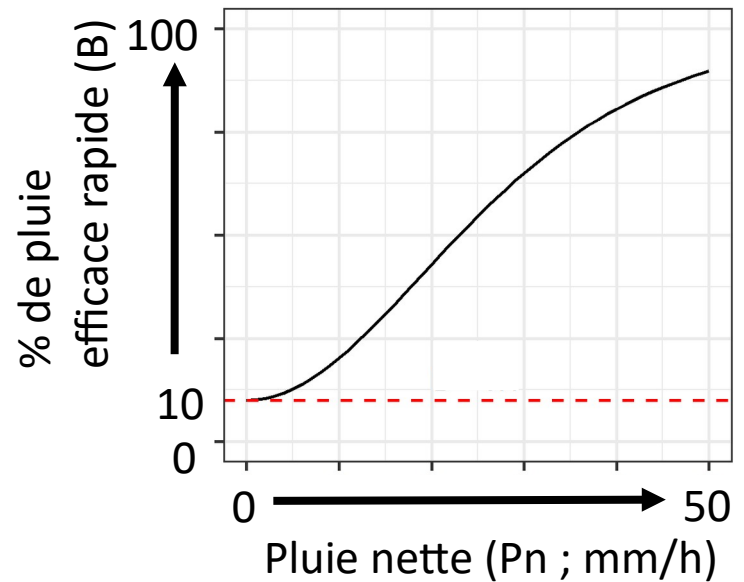
Astagneau et al. (2022): Catchment response to intense rainfall: evaluating modelling hypotheses. HP

➤ Deux fonctions d'intensité de la pluie

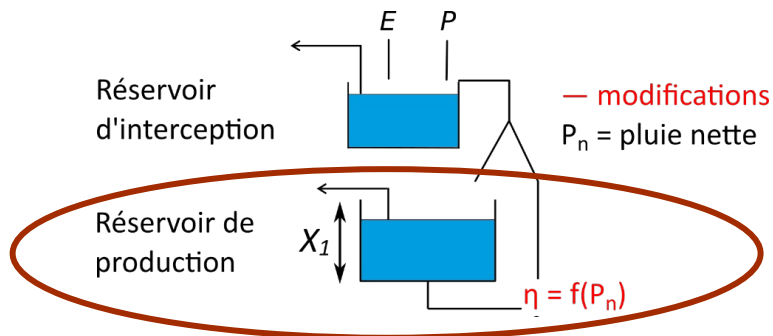
Hypothèse de volume



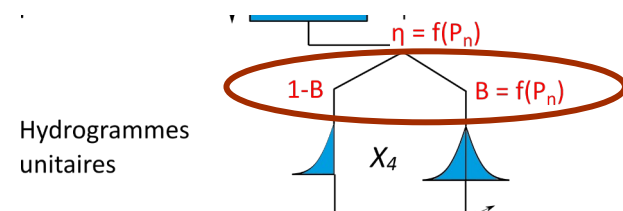
Hypothèse de répartition temporelle



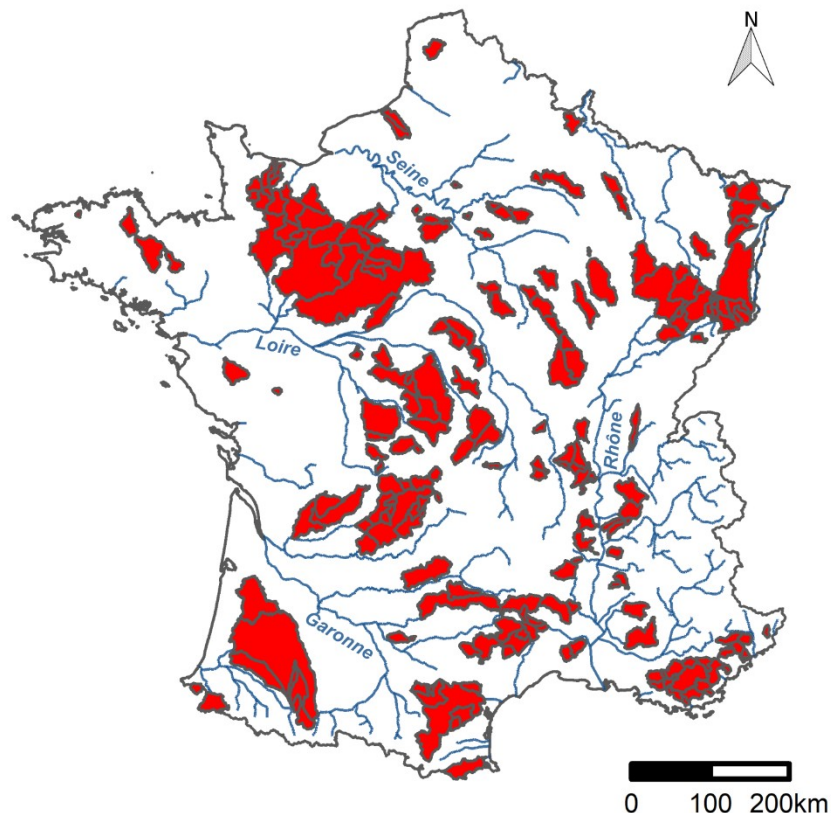
Fonction de production



Partage des écoulements



➤ Base de données



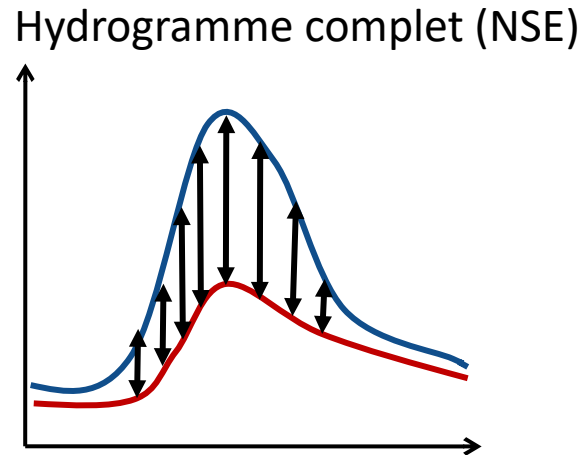
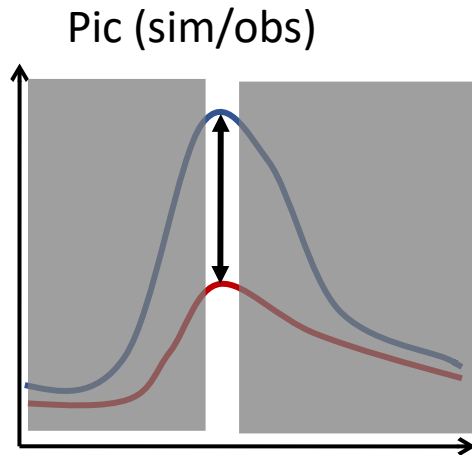
- **229 bassins versants**
 - Superficie (km²)
min=3.5; med=354; max=7918
- **19 ans de données horaires**
(2000-2018)
- Pluie connue a posteriori
- Pas de prévisions de pluie
- ETP horaire à partir d'une désagrégation journalière
- **10 652 événements** de crue



Températures SAFRAN; réanalyse pluviométrique COMEPHORE; débits de la Banque hydro

➤ Critères de performance

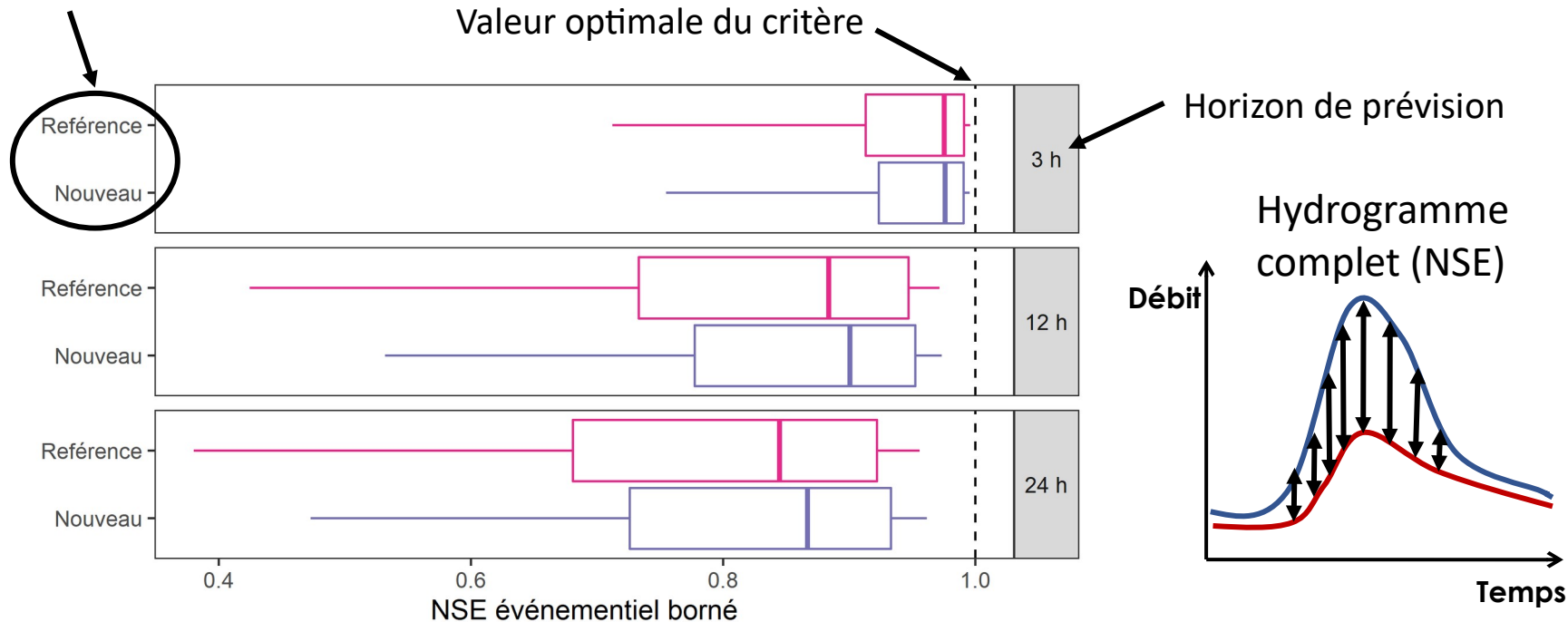
- Calculés sur la fenêtre des événements de crue observés
- 2 critères numériques



- 3 horizons de prévision
 - 3 h 12 h 24 h
- Analyses en fonction de l'intensité de la pluie moyenne

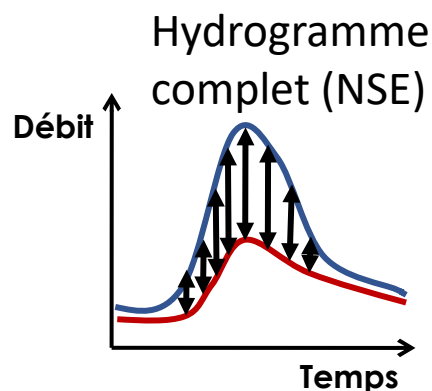
➤ Performances sur les hydrogrammes de crue

Deux modèles



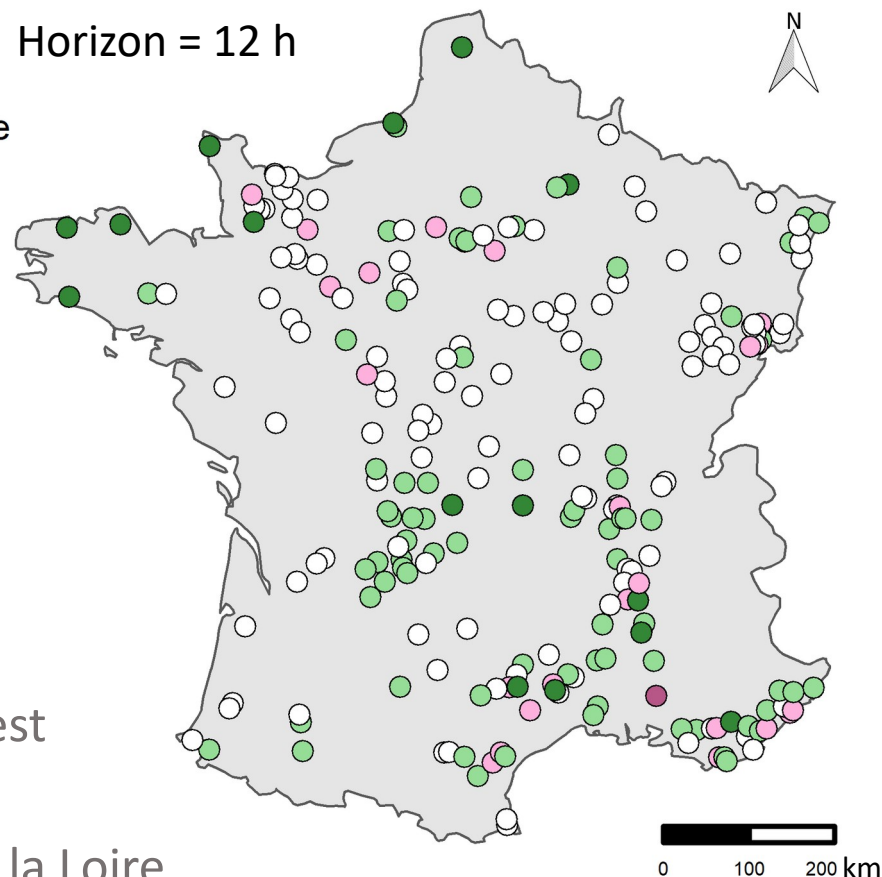
- Le nouveau modèle a de meilleures performances que le modèle de référence, en particulier à 12 h et à 24 h

➤ Répartition spatiale des performances



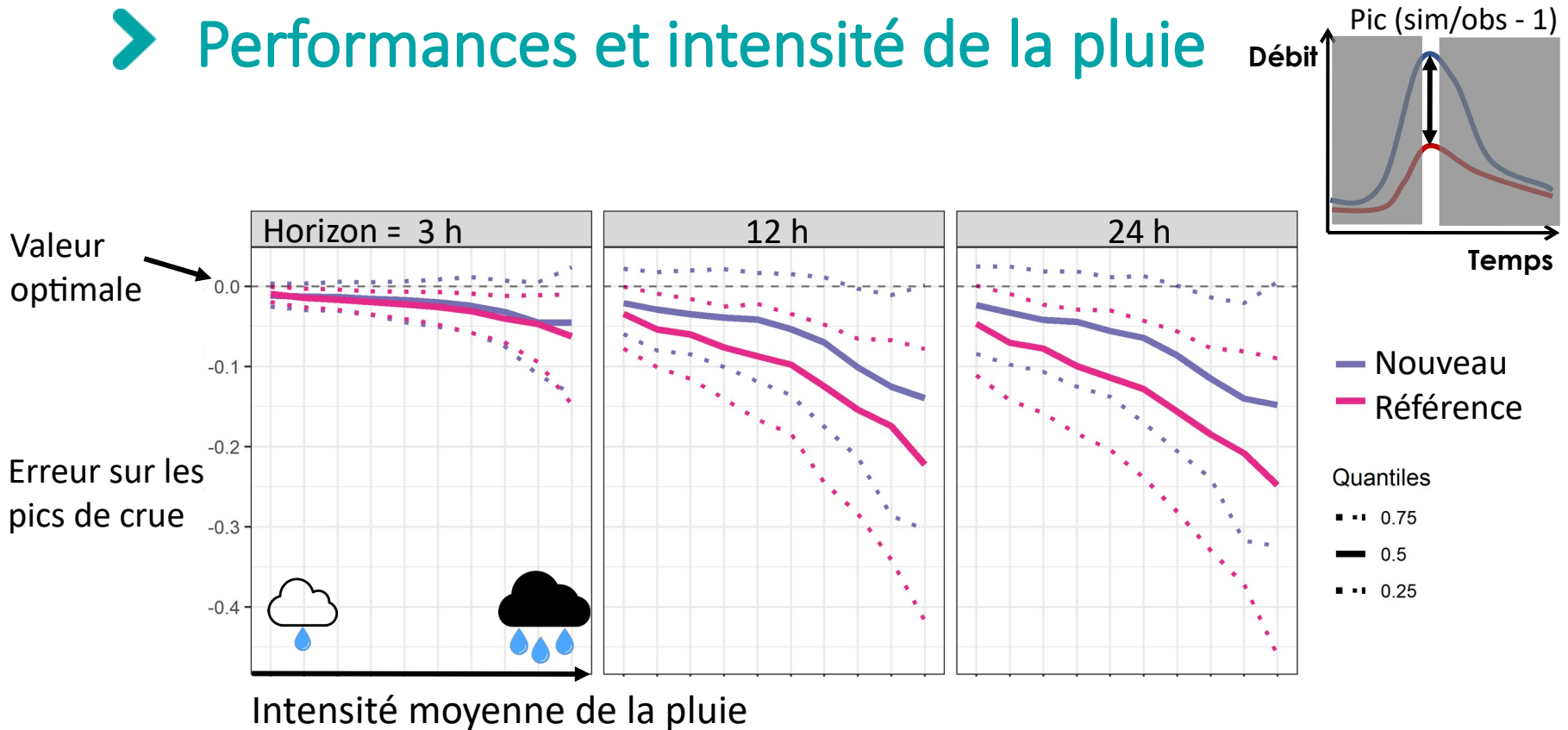
Performances en crue

- Forte amélioration
- Amélioration
- Similarité
- Dégradation
- Forte dégradation



- Améliorations
 - Affluents du Rhône
 - Bassins méditerranéens
 - Petits bassins du Nord-Ouest
 - Affluents de la Dordogne
 - Affluents amont du sud de la Loire
- Dégradations inattendues pour quelques bassins méditerranéens

➤ Performances et intensité de la pluie



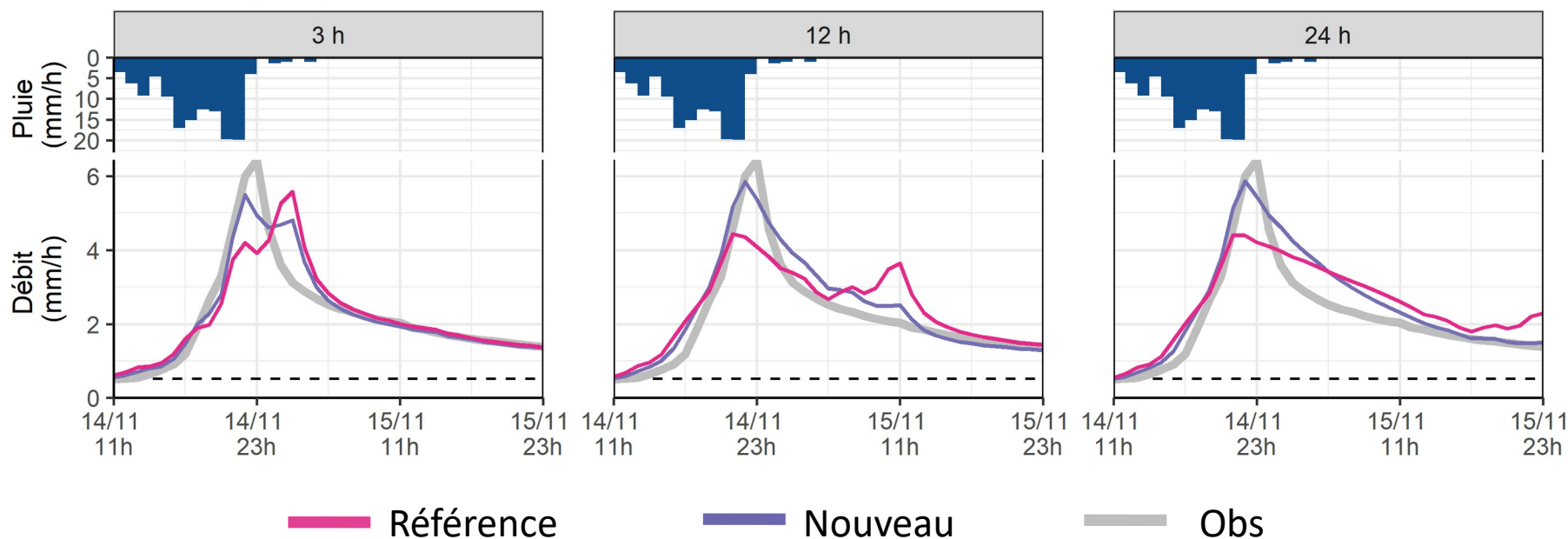
- Erreurs ↗ lorsque intensité de la pluie ↗
- Erreurs du nouveau modèle < erreurs du modèle de référence

➤ Exemples d'hydrogrammes de crue

- Temps de montée = 9 h
- Améliorations pour les trois horizons



L'Ardèche à Ucel (2014)



➤ Synthèse



- Modification de la dynamique du modèle lorsque des événements de pluie intenses ont lieu en saison sèche
- Amélioration de la qualité des prévisions
 - Temps de montée < 12 h
 - Horizons > 3 h
- Limites: dégradations pour quelques bassins et augmentation de la complexité
- Perspectives : adaptation du calage pour le transfert vers le modèle opérationnel

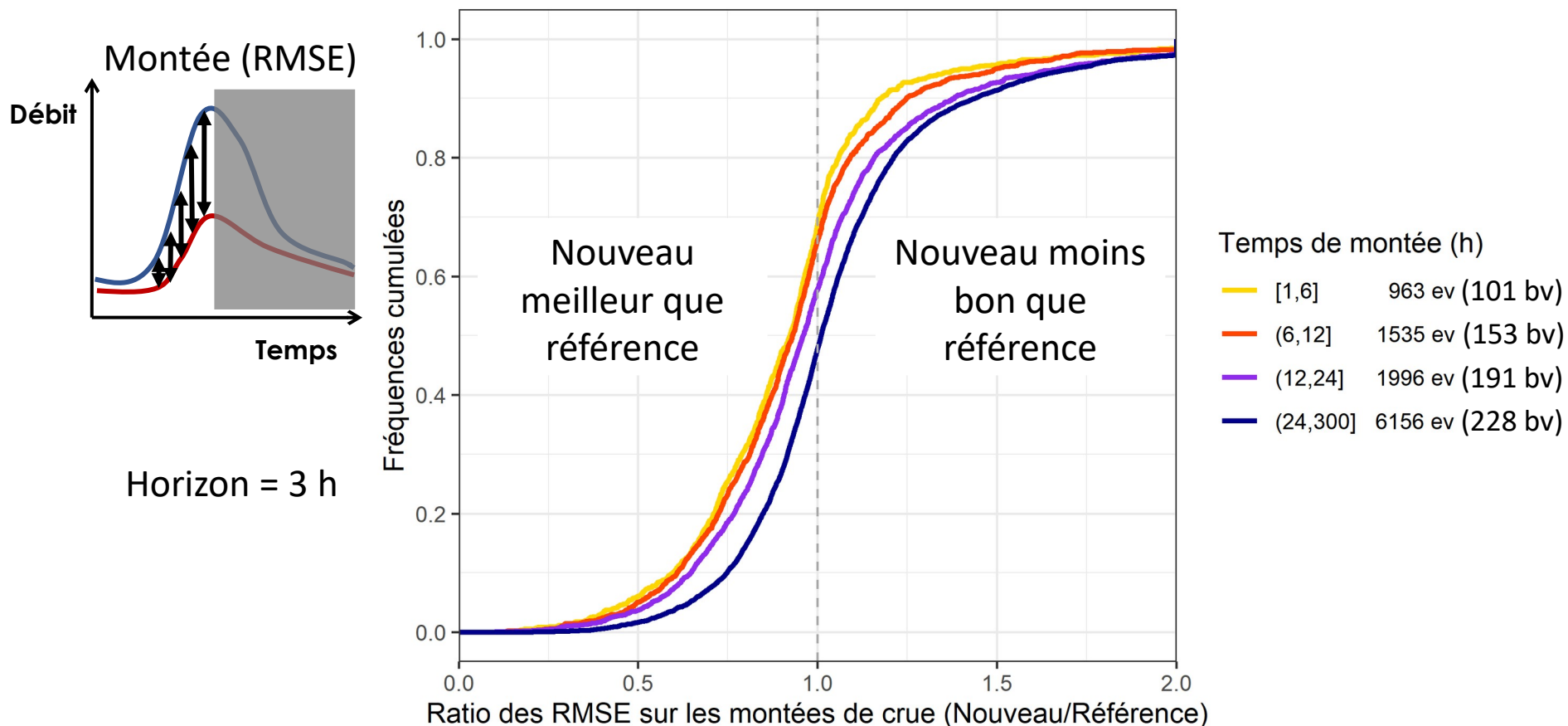
Amélioration de la polyvalence du modèle de prévision

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Nous remercions le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (DGPR/SNRH/SCHAPI) pour avoir financé la thèse du premier auteur

Nous remercions le SCHAPI et Météo-France pour nous avoir fourni les données hydrologiques et climatiques

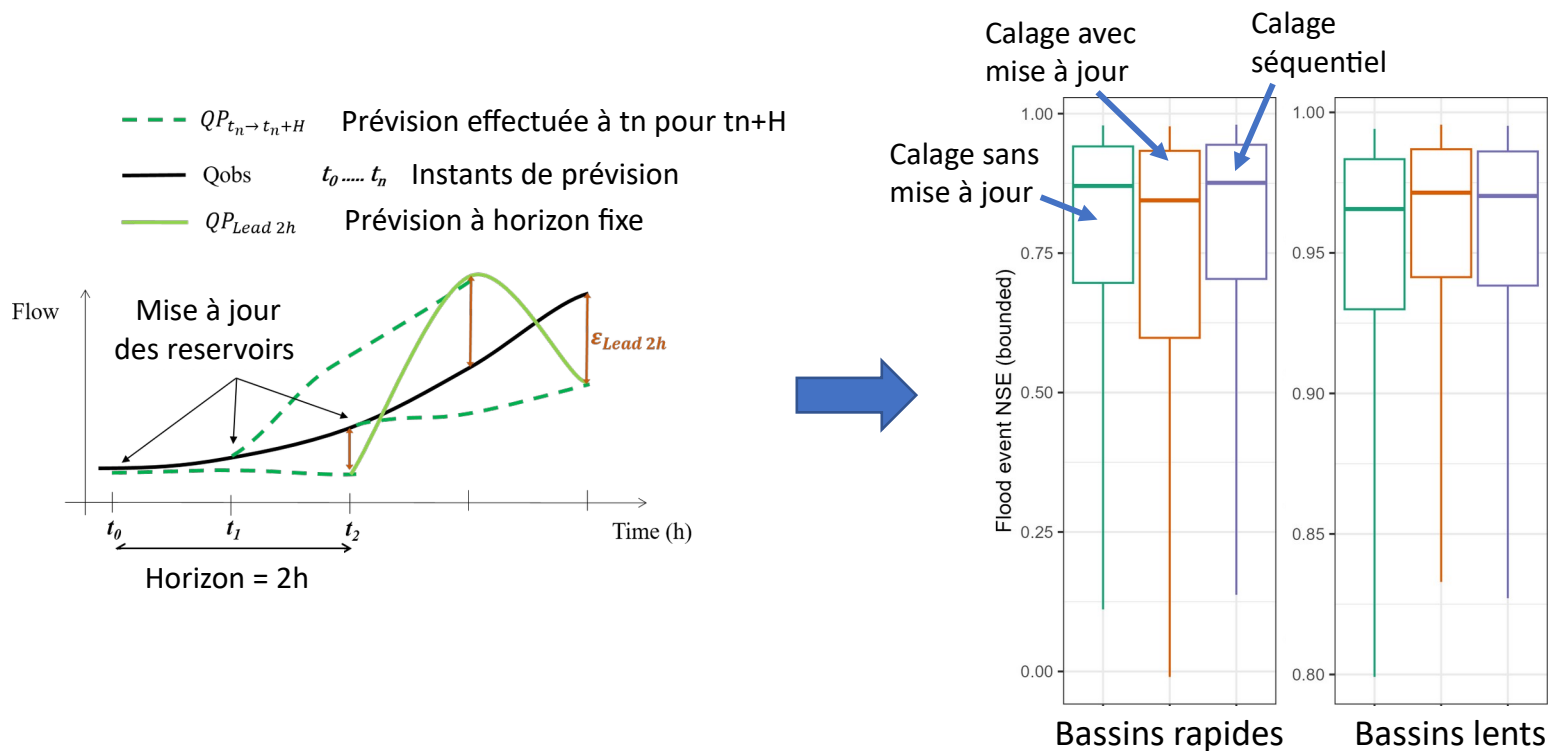
➤ Performances et temps de montée des crues



- Amélioration des performances plus importante pour les crues rapides

➤ Perspectives

- Adaptation du calage pour le transfert vers le modèle opérationnel
 - Calages des paramètres avec la méthode de mise à jour ?
 - > Quels paramètres et pour quels bassins ?



➤ Equations fonctions d'intensité

$$= 0.9 \left[h \left(\sum_{i=1}^n (\quad) \cdot \quad \right) \right] + 0.1$$

$$_1 = - 2 \cdot \quad + 1$$

$$= (1 - \quad) \cdot \quad + = 1 - \quad (- \quad \cdot \quad)$$